

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-160380

(43)Date of publication of application : 03.06.1992

(51)Int.Cl.

G01R 33/035

H01L 39/22

(21)Application number : 02-284597

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 23.10.1990

(72)Inventor : GOTO TAKAO
HAYASHI TAKEHIKO
NAKAJIMA YOSHIYASU

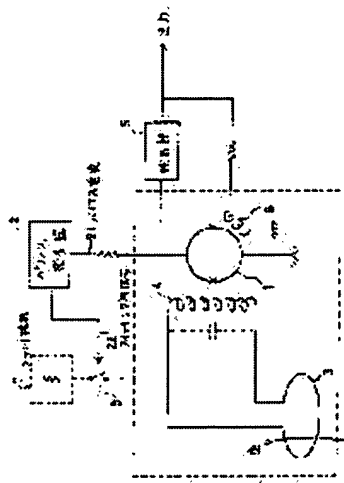
(54) DIGITAL SQUID FLUX METER

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the resonance of a input and output part of SQUID and control the generation of a noise magnetic flux by using the meter so that a shunt resistor for dumping may become an open state when a bias current is applied to SQUID.

CONSTITUTION: When a bias current 21 is supplied to SQUID 1 from a pulse generator 2, a switch 8 is put off and, when the current 21 is put off, the switch 8 is turned on. Thus, only when the current 21 of SQUID 1 is turned off, the switch 8 is turned on to connect a shunt resistor 7 to an input and output circuit part. Further an outside magnetic flux Φ is transmitted to SQUID 1 through a pickup coil 3 and an input coil 4. And an output pulse during the time in which the magnetic field is negated by the magnetic field of a feedback coil 6 is counted in a detection part 5 to measure a magnetic flux Φ . At this time an

positive (negative) output pulse to an positive (negative) magnetic flux Φ is synchronized with the current 21 to obtain.



⑫ 公開特許公報(A) 平4-160380

⑤ Int.Cl.⁵G 01 R 33/035
H 01 L 39/22

識別記号

Z A A
Z A A D

庁内整理番号

8203-2G
7210-4M

⑬ 公開 平成4年(1992)6月3日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全7頁)

⑭ 発明の名称 デジタルSQUID磁束計

⑯ 特 願 平2-284597

⑰ 出 願 平2(1990)10月23日

⑱ 発 明 者 後 藤 隆 男 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 発 明 者 林 武 彦 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑱ 発 明 者 中 島 善 康 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
⑳ 代 理 人 弁理士 長谷川 文廣 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

デジタルSQUID磁束計

2. 特許請求の範囲

(1) SQUIDに、パルス状のバイアス電流を供給するとともにピックアップコイルで拾った外部磁束を入力コイルを介して伝えることにより、この外部磁束に応じてパルスを出力し、また、ダンピング動作のためのシャント抵抗を所定部分に設けたデジタルSQUID磁束計において、

このシャント抵抗を動作状態と非動作状態とに切り換えるスイッチを設け、

前記パルス状のバイアス電流と同期して変化するスイッチング用信号を作成し、

前記バイアス電流がSQUIDに供給される期間、このスイッチング用信号で前記シャント抵抗を非動作状態に切り換えるようにしたことを特徴とするデジタルSQUID磁束計。

(2) 所定部分が、入力コイルである請求項1記載の

デジタルSQUID磁束計。

(3) 所定部分が、入力コイルと磁界結合する結合用コイルである請求項1記載のデジタルSQUID磁束計。

(4) 所定部分が、SQUIDの出力側である請求項1記載のデジタルSQUID磁束計。

(5) 所定部分が、その磁界でSQUIDの磁界を打ち消すために、SQUIDの出力側に設けたフィードバックコイルである請求項1記載のデジタルSQUID磁束計。

(6) シャント抵抗の値が、クリティカルダンピングの条件を満たすものである請求項1記載のデジタルSQUID磁束計。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

生体などから発生する微小磁界を高感度で測定するデジタルSQUID磁束計に関し、

SQUIDの入出力回路部分での共振を防止し、かつ共振防止用のシャント抵抗に基づく雑音磁束

の発生を抑えることを目的とし、

S Q U I Dに、パルス状のバイアス電流を供給するとともにピックアップコイルで拾った外部磁束を入力コイルを介して伝えることにより、この外部磁束に応じてパルスを出力し、また、ダンピング動作のためのシャント抵抗を所定部分に設けたデジタルS Q U I D磁束計において、このシャント抵抗を動作状態と非動作状態とに切り換えるスイッチを設け、前記パルス状のバイアス電流と同期して変化するスイッチング用信号を作成し、前記バイアス電流がS Q U I Dに供給される期間、このスイッチング用信号で前記シャント抵抗を非動作状態に切り換えるようにした構成を有する。

〔産業上の利用分野〕

本発明は、デジタルS Q U I D磁束計、特に生体などから発生する微小磁界を高感度で測定するデジタルS Q U I D磁束計に関する。

生体内の筋肉や神経の興奮に伴う活動電流によって発生する磁場の磁界分布、特に脳、肺臓およ

また、75はS Q U I D 71に外部磁束Φが加わったときの出力パルスをカウントするアップダウンカウンタ（検出部）79と、D/A変換器80とからなる積分器、76は積分器75の出力電流に基づいてフィードバック磁界を発生するためのフィードバックコイルである。

また、77は共振を抑えるためのシャント抵抗、78は浮遊容量である。

ここで、S Q U I D 71に外部磁束Φが加わったときの出力パルス数に応じた出力電流が負帰還によりS Q U I D 71の近傍に置かれたフィードバックコイル76に流れ、S Q U I D 71の磁界を打ち消すようにフィードバック磁界が発生する。そして、このフィードバック磁界がS Q U I D 71の磁界を打ち消すまでの間、外部磁束Φの変動値の正負に応じて高周波パルスが出力されるので、そのパルス数をアップダウンカウンタ79でカウントすることによりS Q U I D 71に外部から加わる磁束量を計測することができる。

また、前記アップダウンカウンタと前記D/A変

換器の機能を、書込みゲートと超伝導インダクタンスにより行なうことも提案されている（特開昭63-290979号）。

〔従来の技術〕

第7図は、従来のデジタルS Q U I D磁束計を示す説明図である。

図において、71はS Q U I Dでジョセフソン接合を含んでいる。

また、72はS Q U I D 71へのバイアス電流を出力するパルス発生器、73は外部磁束Φを拾うためのピックアップコイル、74はピックアップコイルとループを形成して外部磁束ΦをS Q U I D 71に伝えるための入力コイルである。

そして、このようなデジタルS Q U I D磁束計においては、S Q U I D 71の出力パルスが、入力コイル74、ピックアップコイル73、浮遊容量78などの回路部分で共振することがあり、この共振現象は、高速で信号変化する超伝導回路において顕著に現れる。また、回路の損失が少ないとこの振動が次のバイアス電流のときまで残り不良動作の原因となるため、シャント抵抗77を設けて先の共振を抑えている。

〔発明が解決しようとする課題〕

前記の共振を小さく抑えるためには、シャント抵抗の抵抗値を小さくしてこの抵抗による損失を増やす必要がある。

ところが、抵抗は熱雑音電流を発生し、その値は抵抗値が小さいほど大きくなる。そして、この熱雑音電流は入力コイルに流れ、雑音磁束となる。

したがって、先の共振を抑えようとしてシャント抵抗の抵抗値を小さくするほど、雑音磁束が増え、S/Nが低下するといった問題を有している。このことは、バイアス周波数が高くなるほどその周期が短くなるため顕著になる。

そこで、本発明では、SQUIDにバイアス電流を印加する時にはダンピング用のシャント抵抗がオープンの状態になるようにして、SQUIDの入出力回路部分での共振を防止し、かつシャント抵抗に基づく雑音磁束の発生を抑えることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

第1図は本発明の原理説明図である。

図において、

1は、SQUIDであり、ジョセフソン接合を含んだリング状のものである。

2は、パルス発生器であり、バイアス電流21とスイッチング用信号22とを出力する(第2図参照)。

3は、ピックアップコイルであり、外部磁束中を

図において、バイアス電流21は高周波パルスであり、またスイッチング用信号(電流)22は、バイアス電流21が「0」のときスイッチ8をオフにするレベルになる信号である。したがって、パルス発生器2からSQUID1にバイアス電流21が供給されるとき、スイッチ8はオフになり、またこのバイアス電流21がきれるとスイッチ8はオンになる。

このように、SQUID1のバイアス電流21が切れているときだけ、スイッチ8がオンになってシャント抵抗7をSQUID1の入出力回路部分に接続する。

なお、外部磁束中はピックアップコイル3、入力コイル4を介してSQUID1に伝わる。そして、この磁界をフィードバックコイル6の磁界で打ち消すまでの間の出力パルスを検出部5でカウントすることにより、外部磁束中の値(正負)を計測する。このとき、正の外部磁束中に対しては正の出力パルスが、また負の外部磁束中に対しては負の出力パルスがそれぞれバイアス電流21に同

拾っている。

4は、入力コイルであり、外部磁束中をSQUIDに伝える。

5は、検出部であり、SQUIDの出力パルスをカウントして外部磁束中を求める。

6は、フィードバックコイルであり、SQUIDの磁界を打ち消す。

7は、シャント抵抗であり、SQUIDの出力パルスが、入力コイル、ピックアップコイル、浮遊容量などの回路部分で共振することを防止する。

8は、スイッチであり、スイッチング用信号22によって動作する。

本発明のディジタルSQUID磁束計は以上の構成要素からなっている。なお、外部磁束中の有無のみを求める装置においては、フィードバックコイル6を設ける必要はない。

〔作用〕

本発明の作用を第1図および第2図により説明する。

期して得られる。

〔実施例〕

第3図～第6図を参照して本発明の実施例を説明する。

第3図は第1の実施例を示す説明図であり、31はSQUID、32はパルス発生器、33はピックアップコイル、34はピックアップコイルとループを形成する入力コイル、35はアップダウンカウンタ(検出部)43と、D/A変換器44とからなる積分器、36はフィードバックコイル、37は共振を抑えるためのシャント抵抗、38はアナログスイッチ、39は浮遊容量、42はアナログスイッチのオン・オフを制御するためのスイッチング用信号、41はSQUIDのバイアス電流である。

ここで、スイッチング用信号42およびバイアス電流41はそれぞれ、第2図のスイッチング用信号22およびバイアス電流21と同じものである。

そして、バイアス電流41がSQUID31に供給されるときにはスイッチング用信号42でアナログ

スイッチはオフとなってシャント抵抗37が入力コイル34に並列に接続されることがないので、シャント抵抗37の熱雑音電流が入力コイル34に流れて雑音磁束が発生するといったことはない。なお、外部磁束をアップダウンカウンタ（検出部）43で計測する際の作用は、先に本発明の作用として記載したものと同一である。

また、シャント抵抗37は、クリティカルダンピングの条件 $R = 1/2 (L/C)^{1/2}$ のとき、最も有効なダンピング作用を行なうことができる。なお、 R はシャント抵抗の値、 L は入力コイル、ピックアップコイルなどのインダクタンスの値、 C は浮遊容量の値である。

また、SQUID 31の入出力回路部分は超伝導コイル、超伝導線、超伝導薄膜などで形成されている。さらに、アップダウンカウンタ（検出部）43を超伝導インダクタンスで構成することにより、マルチチャンネルのデジタルSQUID磁束計を1チップ化することができる。

第4図は第2の実施例を示す説明図であり、入

る時にはダンピング用のシャント抵抗がオープンの状態になるような構成にしているため、SQUIDの入出力回路部分での共振を防止し、かつシャント抵抗に基づく雑音磁束の発生を抑えることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理説明図、第2図はバイアス電流およびスイッチング用信号を示す説明図、第3図は第1の実施例を示す説明図、第4図は第2の実施例を示す説明図、第5図は第3の実施例を示す説明図、第6図は第4の実施例を示す説明図、第7図は従来のデジタルSQUID磁束計を示す説明図である。

第1図において、

- 1・・・SQUID
- 2・・・パルス発生器
- 3・・・ピックアップコイル
- 4・・・入力コイル
- 5・・・検出部

力コイルと磁界結合する結合用コイル46を設け、この結合用コイル46にシャント抵抗37を接続する点が第1の実施例と相違している。

第5図は第3の実施例を示す説明図であり、シャント抵抗37をSQUID 31の出力側に接続する点が第1の実施例と相違している。

第6図は第4の実施例を示す説明図であり、シャント抵抗37をフィードバックコイル36に接続する点が第1の実施例と相違している。

なお、以上の実施例を組み合わせ、シャント抵抗37を複数の部分に接続するようにしてもよい。

また、以上の実施例では、フィードバック回路（検出部）としてアップダウンカウンタとD/A変換器を用いたが、本発明は書き込みゲートと超伝導インダクタンスとからなるフィードバック回路を設けたデジタルSQUID磁束計においてもまったく同様に適用できる。

〔発明の効果〕

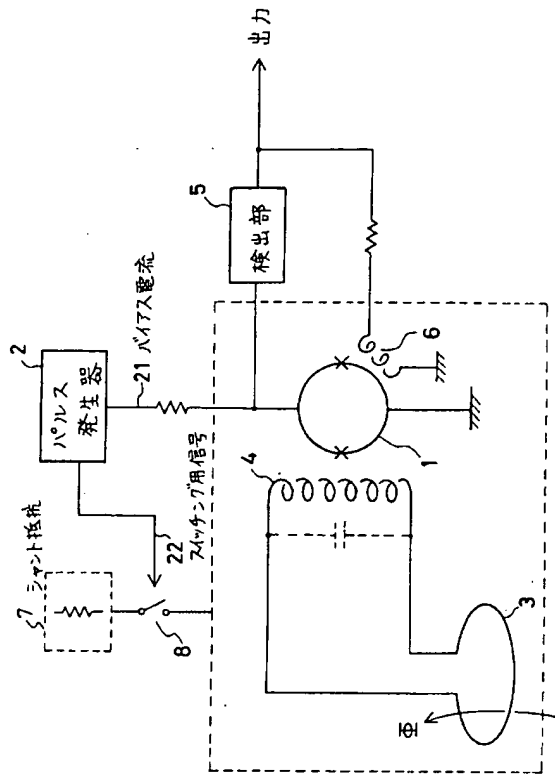
本発明は、SQUIDにバイアス電流を印加す

- 6・・・フィードバックコイル
- 7・・・シャント抵抗
- 8・・・スイッチ
- 21・・・バイアス電流
- 22・・・スイッチング用信号

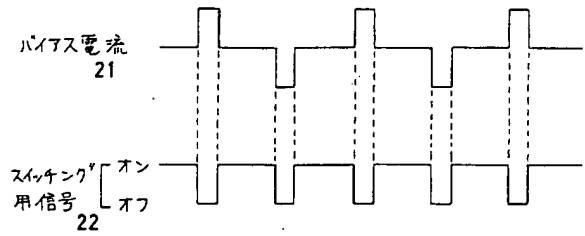
特許出願人 富士通株式会社

代理人 弁理士 長谷川 文廣

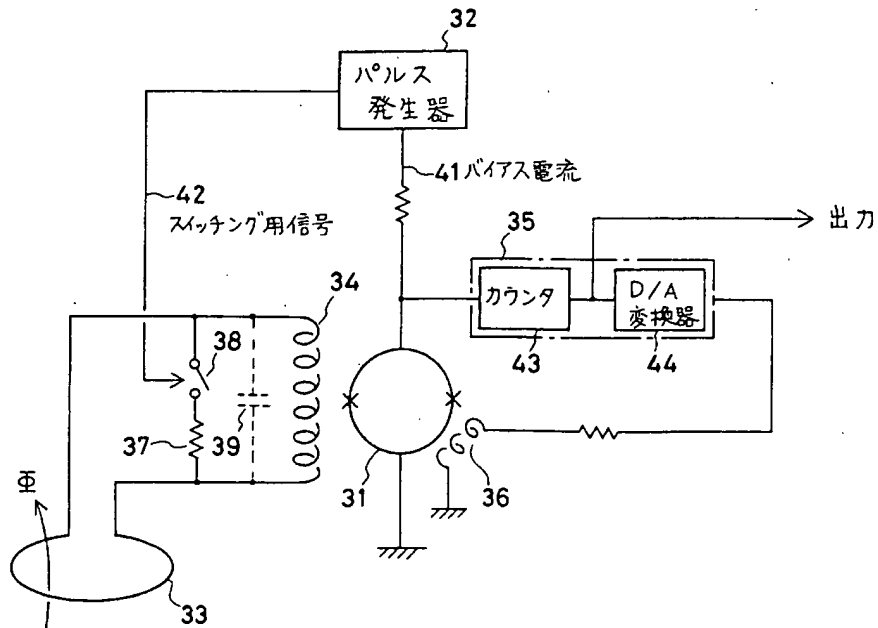
(外2名)



本発明の原理説明図
第1図

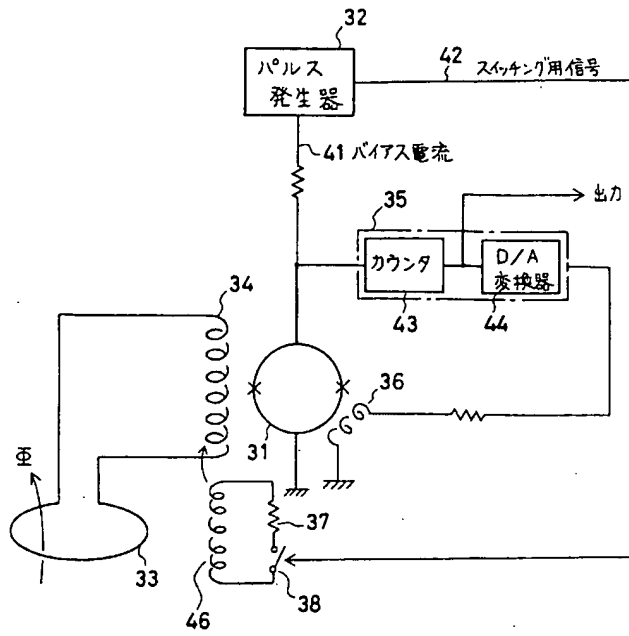


バイアス電流およびスイッチング用信号を示す説明図
第2図



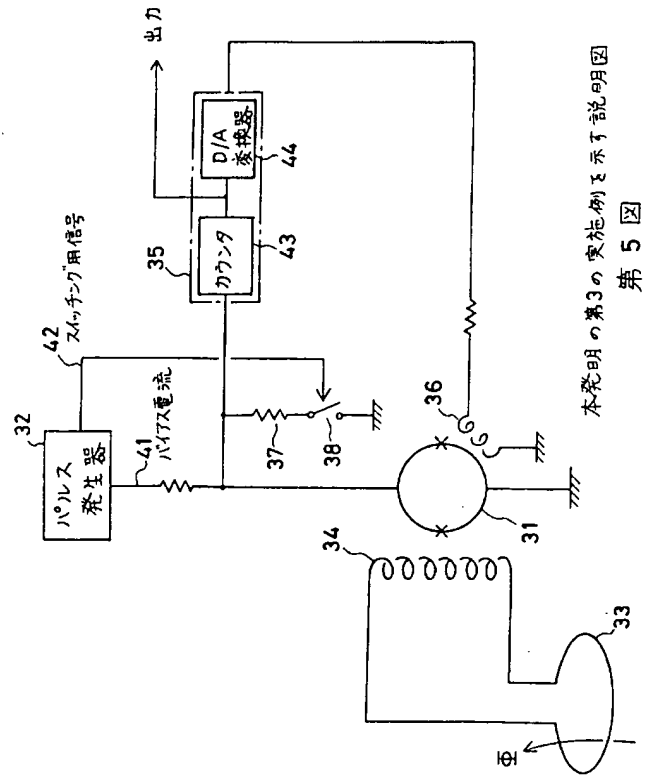
本発明の第1の実施例を示す説明図

第3図

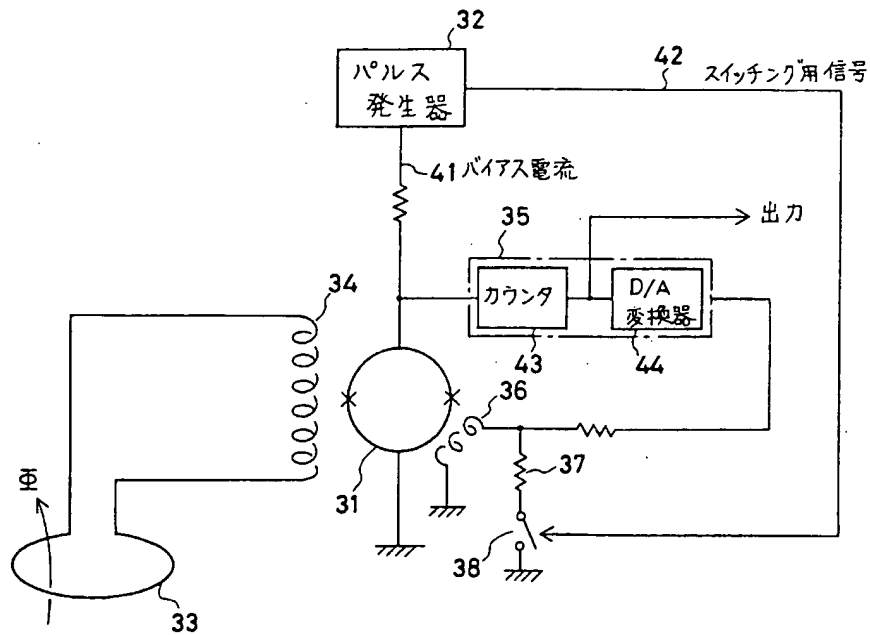


本発明の第2の実施例を示す説明図

第4図

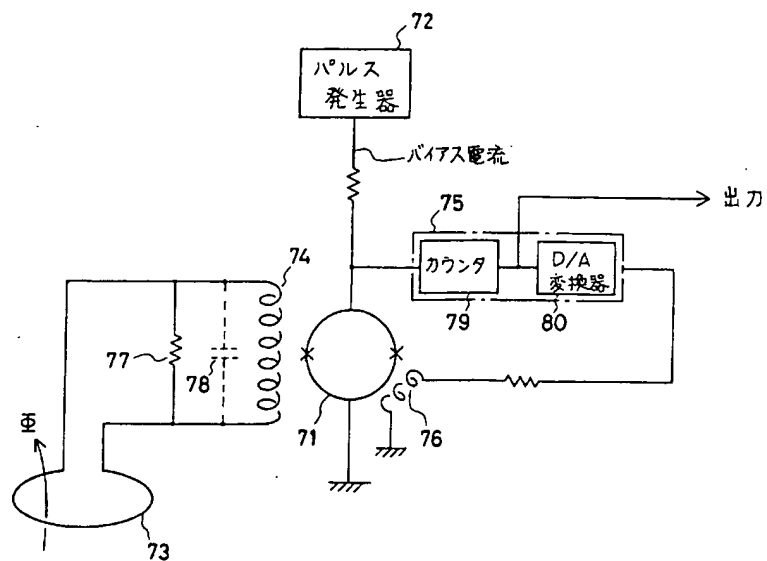


本発明の第3の実施例を示す説明図
第5図



本発明の第4の実施例を示す説明図

第6図



従来のデジタル SQUID 磁束計を示す説明図

第 7 図